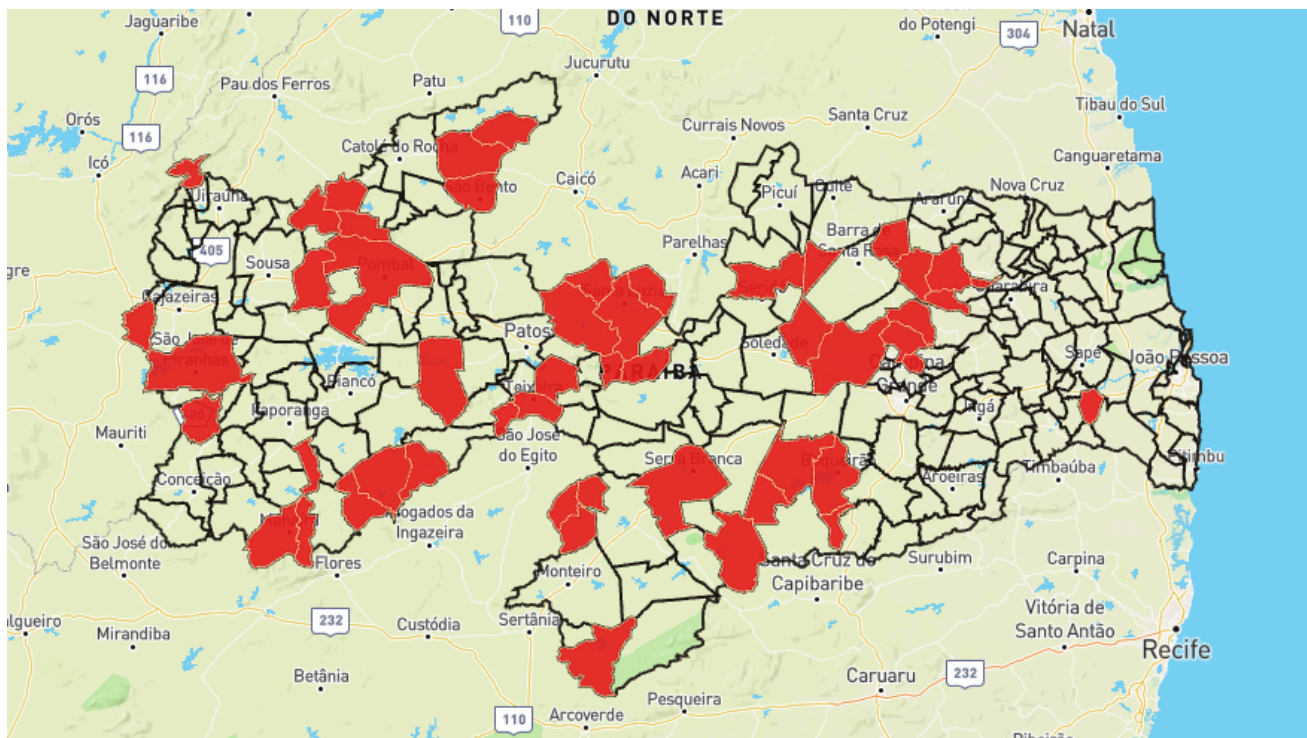


Fonte: autoria própria.

Figura 3 - Cidade atendidas pelo serviço da prefeitura.



Fonte: autoria própria.

Dessa forma, temos 156 municípios sem informação com relação ao tratamento adequado de esgoto (serviço prestado por alguma companhia de tratamento de esgoto), em especial municípios com menor população.

Alinhado a essa conjuntura de informações obtidas, é possível concluir a **necessidade da universalização da rede de esgoto**.

Com base na Agenda 2030, a universalização do saneamento busca atingir cerca de 90% da população até 2033. Considerando que em torno de 60% da população da Paraíba não tem acesso ao esgoto. Da população total da Paraíba, 35% não tem esgoto e está localizada em cidades sem esgotamento. Os 25% restantes moram em cidades que contém esgotamento, mas suas ruas ainda não tem esgotamento.

Solução

A partir da problemática identificada foi desenvolvido o **OASIS (Otimizador Automático de investimento em Saneamento)**, que consiste em um otimizador para minimizar os custos de investimento para implementação de novas redes de tratamento de esgoto em municípios desamparados pelo serviço.

O **OASIS** otimiza a estratégia para alcançar a meta de 90% da população da Paraíba com acesso ao tratamento de esgoto até 2033. Para esse objetivo ser atingido, é necessário que a cada ano cerca de 112 mil pessoas sejam atendidas pelo serviço em questão para que, assim, os 35% das pessoas que não possuem esgotamento sanitário, seja reduzido para apenas 7%.

Dessa forma, inicialmente o algoritmo leva em conta os seguintes parâmetros de demonstração, de cada uma das 223 cidades do estado:

Parâmetros financeiros:

- **População** - O tratamento de esgoto é mais barato quando feito em cidades de grande população, pois o custo do centro de tratamento de esgoto por pessoa é reduzido.
- **Densidade** - O tratamento de esgoto é mais barato em cidades com grande densidade populacional, pois o custo de tubulações na cidade é reduzido.

Parâmetros humanizadores:

- **IDHM** (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) - quanto menor o IDHM da cidade, mais os seus habitantes sofrem com a falta de tratamento de esgoto;
- **PIB/capita** (Produto Interno Bruto per Capita) - quanto menor o PIB/capita da cidade, mais os seus habitantes precisam de mais investimentos;

Além disso, outros parâmetros foram testados e os descritos acima os que foram escolhidos como sendo os mais influentes na tomada de decisão.

Cada parâmetro x dos descritos acima é normalizado de maneira que o valor médio seja igual a 1. Quando a cidade possui um valor para o parâmetro x mais atrativo do que em relação à **média(x)**, o valor do custo de x (C_x) se torna um valor menor que 1. E quando a cidade possui um valor não atrativo para x , C_x torna-se maior que 1, fazendo com a função de custo não seja minimizada.

Segue um exemplo onde $x = \text{pop}$ (população).

$$N_{pop} = \frac{pop}{média(pop)}$$

$$C_{pop} = \frac{1}{N(pop)}$$

Assim é possível obter a tabela de custos necessária para aplicação do investimento descrito por meio do seguinte modelo matemático:

Dados de Entrada

- L é a quantidade mínima de pessoas a serem atendidas por ano;
- n é o número total de cidades não atendidas pelo serviço de esgoto;
- c_i é o custo por habitante;
- b_i é a quantidade de habitantes não atendidos por cidade;

Variáveis de Decisão

- x_i é a quantidade de pessoas selecionadas para serem atendidas na cidade i ;

Modelo

$$\min z = \sum_{i=1}^n c_i x_i$$

Sujeito a:

$$0 \leq x_i \leq b_i, \forall i \in L$$

$$\sum_{i=1}^n x_i \geq Q, \forall i \in L$$

$$x_i \in \mathbb{R}, \forall i \in L$$

A descrição acima do funcionamento do algoritmo é para direcionar o investimento e otimizar a escolha de quais **cidades** devem ser priorizadas. O **OASIS** é facilmente adaptável para otimizar a escolha de quais **bairros**, ou até mesmo de quais **ruas** devem ser selecionadas.

Essa solução é viável técnica e economicamente, visto que apresenta um baixo custo de implementação e baixo custo computacional. O diferencial competitivo desta solução consiste em algoritmo ágil para a priorização de investimentos em saneamento e facilmente customizável.